



TITLE:

ファロー四徴症に対する機械弁による右室流出路再建術の検討

AUTHOR(S):

松田, 捷彦

CITATION:

松田, 捷彦. ファロー四徴症に対する機械弁による右室流出路再建術の検討. 日本外科宝函 1988, 57(4): 280-286

ISSUE DATE:

1988-07-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/203964>

RIGHT:

ファロー四徴症に対する機械弁による右室流出路再建術の検討

京都大学医学部第2外科学教室（現：心臓血管外科学教室）

松 田 捷 彦

〔原稿受付：昭和63年3月17日〕

Reconstruction of Right Ventricular Outflow Tract with Mechanical Valve Replacement in Situ for Tetralogy of Fallot

KATSUHIKO MATSUDA

(Department of 2nd Surgery, Kyoto University, at present Department of Cardio-vascular Surgery)

Hemodynamic studies were performed in 8 patients of Tetralogy of Fallot after pulmonary valve replacement in situ using mechanical prosthesis and in 7 patients of Tetralogy of Fallot after reconstruction with the right ventricular transannular outflow patch with or without cusp as a control. Of 8 patients who underwent pulmonary valve replacement, 3 patients were performed with Björk-Shiley prosthetic valve, 4 patients with S.J.M. prosthetic valve, and one patient with Omniscience prosthetic valve. Of 7 patients who underwent reconstruction of right ventricular transannular outflow tract with outflow patch, 2 patients sustained outflow tract without cusp and 5 patients with cusp. The purpose of the insertion of prosthetic valve is to prevent right ventricular failure which may cause by pulmonary regurgitation in a long-term postoperative period. We concluded as the followings.

1. The dilatation of the right ventricle with pulmonary valve replacement was less than that of reconstruction of the right ventricular transannular outflow patch.
2. The pulmonary valve replacement in situ prevented pulmonary valve regurgitation which may cause right ventricular failure.

は じ め に

肺動脈弁閉鎖症やファロー四徴症に対する右室流出路の再建術は valved conduit や patch による流出路拡大術が行われている。patch を用いて流出路拡大を

はかる場合、心膜等で作製した monocusp を縫着した patch (以後弁付パッチ) や、弁を縫着しない弁無しパッチを用いることが多い。1966年 Futter 等によって始められた肺動脈弁置換術 (以後 PVR) は最近ではようやく報告例が見られる様になった。PVR の報告

Key words: Mechanical valve, Pulmonary valve Replacement, Tetralogy of Fallot.

索引語：機械弁, 肺動脈弁置換術, ファロー四徴症.

Present address: Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan.

例を見るとほとんどの場合生体弁が用いられているが、我々は8例のファロー四徴症に対し、機械弁によるPVRを行った。PVRの目的は長期遠隔期における右心不全と三尖弁逆流の発生を予防することにある。すなわち高度の肺動脈弁逆流（以後PR）が残存した症例では右心室の拡大が起こり、これが三尖弁輪拡大を惹起し、三尖弁逆流（以後TR）が生じると考えられる。我々はPVR群と心膜弁付または弁無しパッチ群（以後patch群）との術前後の右心室機能を比較検討し、若干の文献的考察を加えた。

対象及び方法

対象はファロー四徴症15例である。PVR群は8例で、年齢は6歳から33歳までで、平均17歳である。コントロールとしてpatch群7例で、年齢は5歳から30歳で、平均12歳である。PVR群の術後年数は2ヶ月より8年9ヶ月で、平均2年10ヶ月、patch群は1年より5年1ヶ月で平均3年9ヶ月である。PVR群で使用した人工弁はBjörk-Shiley弁3例、Omniscience弁1例、SJM弁4例である。patch群のうち弁無し2例、自家心膜弁付4例、ブタ心膜弁付1例である（表1）。今回検討を加えたのは術前後CTR、術前の肺動脈弁輪径対大動脈弁輪径（mPA/Ao）、肺動脈弁輪係数、右室拡張終期容積（RVEDV）術前後比、EF術前後比、術後右心室機能として、肺動脈収縮期圧（PAP）、右室収縮期圧（RVP）、右室対左室収縮期圧

表 1

症例	年齢	性	B S A	人 工 弁	術後年数
H.S.	16	m	1.6 0	Björk-Shiley 19 A	8年9ヶ月
Y.M.	9	m	0.6 7	Björk-Shiley 17 A	3年7ヶ月
S.K.	22	m	1.6 3	Omniscience 21 A	2年2ヶ月
K.I.	29	f	1.4 9	Björk-Shiley 23 A	1年8ヶ月
H.N.	9	m	0.8 4	S J M 21 A	1年1ヶ月
T.K.	6	m	0.8 4	S J M 21 A	8ヶ月
S.U.	6	m	0.8 3	S J M 23 A	5ヶ月
T.H.	33	m	1.5 7	S J M 25 A	2ヶ月

症例	年齢	性	B S A	Outflow Patch	術後年数
K.W.	6	m	0.4 3	弁 無 し	5年1ヶ月
T.M.	8	f	0.4 8	弁 無 し	4年6ヶ月
S.T.	5	m	0.4 1	自家心膜弁付	4年6ヶ月
T.F.	30	m	0.4 8	自家心膜弁付	4年
R.K.	8	f	0.6 3	自家心膜弁付	3年11ヶ月
T.H.	5	m	0.5 2	自家心膜弁付	3年7ヶ月
K.T.	24	f	1.3 5	ブタ心膜弁付	1年

比（RV/LV）、更にRV/LVとRVEDVの術前後比、RV/LVと弁口面積係数、EF術前後比とRVEDV術前後比の関係をみた。なお、右心室容積は正面、側面2方向よりarealength法により測定した。術前後とも容積を測定できたのはPVR群6例、patch群5例で、術前を100%としてRVEDVの術前後を比較した（表2）。

表 2

症例	術前CTR	術後CTR	mPA/Ao	PA 径	RVEDV 比	術前EF	術後EF
H.M.	0.6 0	54 %	0.7 9	15 mm			0.4 0
Y.M.	0.5 6	58	0.4 9	14	1.2 2	0.5 0	0.4 5
S.K.	0.4 6	48	0.5 6	15	0.8 8	0.3 8	0.4 9
K.I.	0.6 5	60	0.5 9	19	1.1 0	0.3 6	0.5 5
H.N.	0.5 3	57	0.3 6	9	0.8 5	0.3 6	0.4 2
T.K.	0.6 2	56	0.3 7	10	0.8 5	0.3 6	0.4 3
S.U.	0.5 7	63	0.5 5	11	1.1 9	0.4 8	0.4 3
T.H.	0.5 5	59	0.6 3	19			0.4 4

症例	術前CTR	術後CTR	mPA/Ao	PA 径	RVEDV 比	術前EF	術後EF
K.W.	0.5 5	65 %	0.1 5	3 mm	1.8 0	0.5 0	0.3 0
T.M.	0.5 0	63	0.4 3	3			0.3 6
S.T.	0.5 3	65	0.3 5	7	1.7 6	0.2 8	0.3 0
T.F.	0.5 0	54	0.4 5	17			0.3 8
R.K.	0.6 2	60	0.2 5	5	1.0 4	0.3 9	0.3 1
T.H.	0.5 5	54	0.5 6	9	1.5 8	0.3 9	0.3 7
K.T.	0.5 1	53	0.9 1	20	1.1 0	0.3 0	0.3 8

術後心カテデータ

PA	RV (S)	ΔP (S)	RV/LV	弁口面積
20/9	27	7	0.2 5	0.94 cm ² /m ²
40/25	56	16	0.6 4	1.64
31/11	43	12	0.4 5	1.23
	39		0.3 1	1.68
	75		0.6 8	2.45
43/11	55	12	0.5 7	2.45
	49		0.4 3	3.07

PA	RV (S)	ΔP (S)	RV/LV	弁口面積
36/2	45	9	0.5 3	1.66 cm ² /m ²
80/8	88	8	0.8 2	1.54
55/0	57	2	0.8 7	1.12
48/17	77	29	0.6 5	3.47
33/16	109	76	0.9 3	1.73
30/5	35	5	0.3 5	1.41
26/7	30	4	0.2 8	2.32

結 果

1 CTR

PVR 群の術前 CTR は46%より65%，平均57%，術後 CTR は48%より63%で平均57%で，8 例中 4 例が減少，4 例が増加した．また patch 群では，術前 CTR は50%より62%で平均54%，術後 CTR は53%

より65%で平均59%で，7 例中 2 例が減少，5 例が増加した（図1）．

2) 肺動脈弁輪径対大動脈弁輪径 (mPA/Ao)

PVR 群では肺動脈弁輪径は 9 mm より 19 mm で，mPA/Ao は 0.36 より 0.79 で平均 0.54，patch 群では肺動脈弁輪径は 3 mm より 20 mm で，mPA/Ao は 0.15 より 0.91 で平均 0.44 であった．

CTR

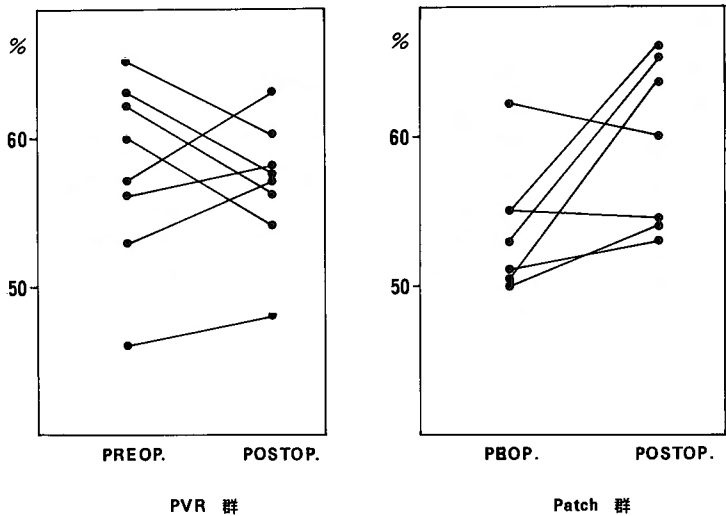


図 1

RVEDV術前後比

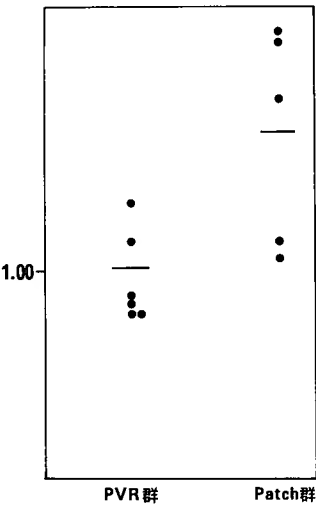


図 2

EF術前後比

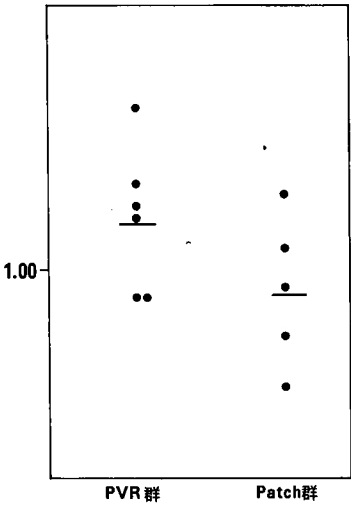


図 3

3) 肺動脈弁輪係数

PVR 群では、 9.2 mm/m^2 より 20.9 mm/m^2 で平均 12.5 mm/m^2 ，patch 群では 6.3 mm/m^2 より 35.4 mm/m^2 で平均 15.1 mm/m^2 であった。

4) 右室拡張終期容積術前後比 (RVEDV 比)

PVR 群では 0.85 より 1.22 で平均 1.02 で変化なく，patch 群では 1.04 より 1.80 で平均 1.46 であり，patch 群で増加が見られた。

5) 右室 EF 術前後比 (EF 比)

PVR 群では術前 EF は 0.36 より 0.50 で平均 0.41，術後 EF は 0.42 より 0.55 で平均 0.45 であった。EF 術前後比は 0.90 より 1.52 で平均 1.10 であった。また，patch 群では術前 EF は 0.28 より 0.50 で平均 0.37，術後は 0.30 より 0.38 で平均 0.34 であり，EF 術前後比は平均 0.91 であった。

6) 術後右室機能

a) 肺動脈収縮期圧 (PAP)

PVR 群 8 例中 4 例において，カテーテルが人工弁を通過し，PA 圧が測定できた。すなわち 20 mmHg，31 mmHg，40 mmHg，43 mmHg であった。

b) 右室収縮期圧

PVR 群では 27 mmHg より 75 mmHg で平均 47 mmHg であり，肺動脈圧が測定できた 4 例では，右室一肺動脈圧較差は 7 mmHg，12 mmHg，12 mmHg，

術後右室機能

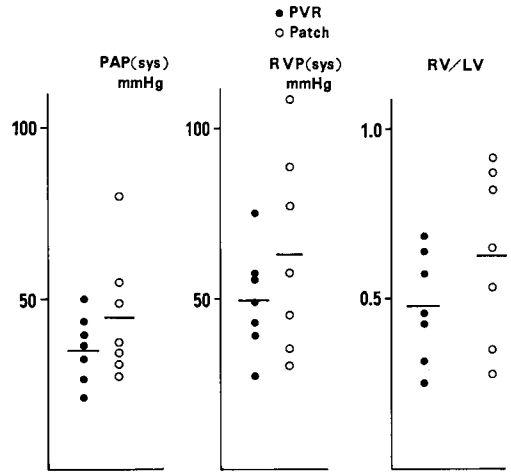


図 4

16 mmHg で，平均 12 mmHg であった。一方，patch 群では肺動脈収縮期圧は 26 mmHg より 80 mmHg で平均 44 mmHg，右室収縮期圧は 30 mmHg より 109 mmHg で平均 63 mmHg であり，右室一肺動脈圧較差は 2 mmHg より 76 mmHg で平均 19 mmHg であった。

c) 右室圧対左室圧比 (RV/LV)

EF術前後比とRVEDV術前後比

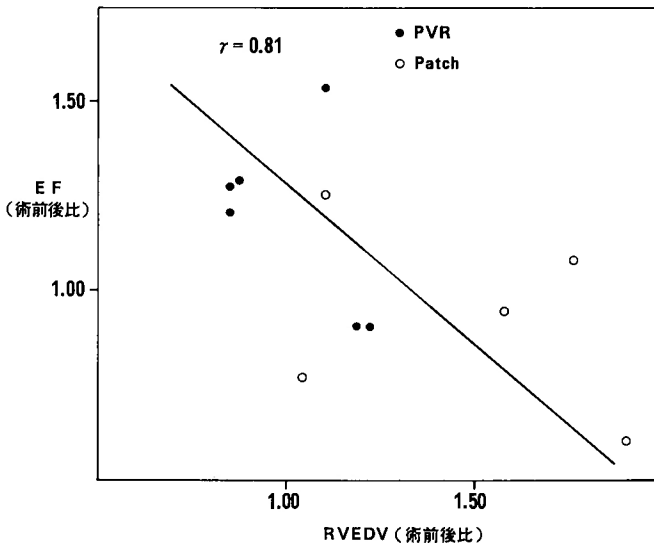


図 5

PVR 群において 0.25 より 0.68 で平均 0.48 であり, patch 群では 0.28 より 0.73 で平均 0.63 であった. PVR 群で有意に ($P<0.05$) 右室圧の低下が認められた.

7) 弁口面積

単位体表面積あたりの弁口面積は PVR 群で $0.94 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ より $3.07 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ で平均 $1.92 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ であり, patch 群では $1.12 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ より $3.47 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ で平均 $1.89 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ であり, 両群間に有意差は認められなかった.

8) EF 術前後比と RVEDV 術前後比

図5に示す如くX軸に RVEDV 術前後比 Y軸に EF 術前後比をプロットした. $r=0.81$ で負の相関を示した. すなわち PVR 群, patch 群にかかわらず, 右室が拡大すれば EF が低下することが明らかになっ

た.

9) 右室圧対左室圧比と RVEDV の術前後比

図6の如く, X軸に RVEDV 術前後比, Y軸に右室圧と左室圧比をプロットした. 両群ともに両者間に相関は認められなかった. すなわち右室拡大と右室圧上昇には相関は認めなかった.

10) 右室圧対左室圧比と弁口面積係数との関係

図7の如くX軸に弁口面積係数, Y軸に右室圧対左室圧比をプロットした. 両群ともに両者間に相関は認められなかった. すなわち右室圧と肺動脈弁口面積係数とは相関は認めなかった.

考 察

ファロー四徴症の術後心機能に関する報告は数多く見られるが^{1,8)}, 右室流出路再建に肺動脈弁置換術を行った報告は少ない¹²⁾. 先天性肺動脈弁欠損症に対して in situ に人工弁を挿入した報告も見られる⁴⁾. ファロー四徴症は術前, 術後ともに複雑な血行動態が関与し, 且つ解剖学的にも多様な病態を呈しているため, 典型的なファロー四徴症で且つ術後大きな合併症を伴わない症例を集め詳細に心機能を分析した.

CTR は外来でも検査できる最も簡単な心臓の状態を表すものである. 一般に成人のそれは50%以下, 小児のそれは55%以下が正常とされている. ファロー四徴症の場合の正面レントゲン像の左第四弓は右室を表す. 術後右室拡大があればそのまま CTR に影響を及ぼす. PVR 群, patch 群とも CTR はそれぞれ平均57%, 54%で有意差はなく, 術後はそれぞれ57%と59%で, patch 群では7例中2例が減少, 5例が増加している. PVR 群の CTR 増加例中の1例のみが60%以上であり, 他の3例は60%以下であり, patch 群の CTR 増加例中3例が60%以上であり, patch 群において CTR のより増加傾向が見られる. CTR は右室の拡大又は肥大においても増加が見られるので, 単純には右室拡大とはいえないが, 後述する右室拡張容積をも考慮しなければならない.

術後右室機能を左右する要因は, 術前よりの右室機能低下, 右室切開, 流出路パッチの有無, 肺動脈弁閉鎖不全, 右室流出路の残存狭窄等が挙げられる^{7,12)}. PVR 群と patch 群で肺動脈弁輪径対大動脈弁輪径比は両群ともばらつきが多く, 両者間には有意差は認めなかった. 術前後の右室拡張終期容積 (RVEDV) を PVR 群と patch 群で比較すると PVR 群では 0.85

RV/LVとRVEDV術前後比

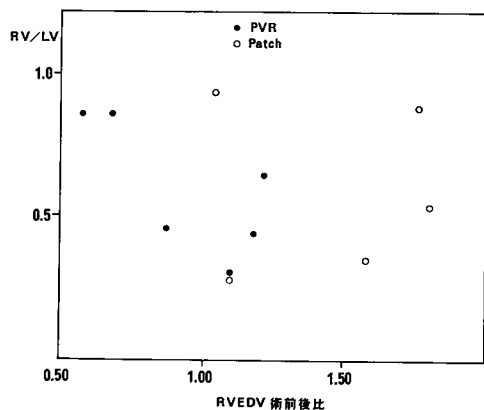


図 6

RV/LVと弁口面積係数

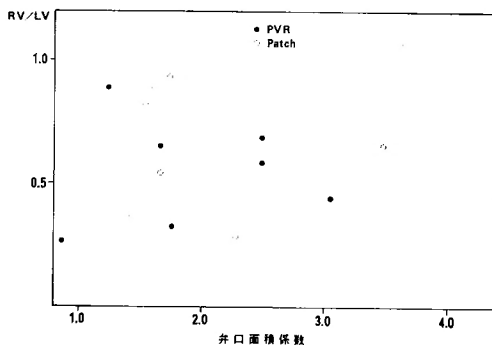


図 7

より 1.22 で平均 1.02, patch 群では 1.04 より 1.80 で平均 1.46 と patch 群に有意に ($P<0.05$) 増加が見られた。右室容積拡大の要因としては、肺動脈弁逆流が考えられる。急性または慢性的肺動脈弁閉鎖不全は代償されるとする報告⁹⁾ や逆に PR が右心機能に悪影響を及ぼすという報告がある¹¹⁾。田村¹³⁾らは流出路のパッチの有無と RVEDV を比較検討し、両群には有意差は見られなかったと報告している。弁付パッチの心膜で作製した弁は手術後早期では確かに効果はあるが⁹⁾、遠隔期においてそれは退縮し、逆流を阻止する効果はなくなると思われる。Ilbawi⁹⁾も、右室流出路を patch で拡大した 6 例中 1 例のみが無症状であり、5 例に PR による右室不全が起こり、PVR を追加し、症状の改善が見られたと報告している。右室 EF の術前後を比較すると、PVR 群では EF は術前 0.41, 術後 0.45 であり、EF 比は 1.10 であり、また patch 群では EF は術前 0.37, 術後は 0.34 であり、EF 比は 0.92 であった。PVR 群では EF は増加しているのに対し、patch 群では低下した。流出路 patch の使用により右室 EF の低下を示すという報告がある^{5,12)}。これは流出路パッチによる逆流の増大、パッチによる非収縮部の存在のためであると考えられ、我々の報告のように流出路に人工弁を装着し、確実に逆流を阻止することにより、EF が増加している。Graham⁵⁾らはファロー四徴症では術前より右室 EF の低下が見られたと報告している。その原因として肺動脈弁狭窄症による右室への圧負荷の他に低酸素血症も関与していると考えている。肺動脈弁狭窄の解除はファロー根治術の手術成績を左右する最も重要なものであり、術直後の RV/LV は臨床上一く用いられている。川島¹⁰⁾らは体外循環終了後にこの値が高値であっても比較的早期に低下することがあると報告している。我々の結果では、PVR 群では平均 0.48 であり、また patch 群では 0.63 であり、有意に ($P<0.05$) PVR 群が低かった。特に patch 群では 0.5 以上が 7 例中 5 例もあり、術後 4 年目であるのでなお遠隔期での再検が必要であると思われる。RV/LV を規定する要因は残存狭窄が考えられる。残存狭窄は、漏斗部狭窄が理想的に解除されたとすれば、肺動脈弁口面積に最も影響を受ける。RV/LV と弁口面積係数との関係を表したものが図 7 である。両者間に相関が認められなかった。このことから残存狭窄は心拍出量の減少、漏斗部狭窄等が複雑に関係しているものと思われる。図 6 は RV/LV と RVEDV との関係を示したもので

あるが、両者間には相関は認めなかった。これより RVEDV は右室圧に影響されない事が示唆された。人工弁の選択であるが、異種生体弁が抗凝固療法が困難であるという理由より、小児によく使用されている。しかしながら生体弁を小児に使用した場合、弁の石灰化による機能不全が起こると報告されている²⁾。また生体弁に対して機械弁は同じサイズでも有効弁口面積が広く小児への使用も増加しつつある¹⁴⁾。特に最近の弁は抗血栓性に優れているため¹⁰⁾我々は人工弁使用群全例に抗凝固療法は行っていないが、血栓症等の合併症の発生は認めていない。以上の結果より我々は遠隔期での肺動脈弁逆流による右心不全予防のため、Fischer³⁾らの報告にもあるように流出路再建に人工弁を使用した。

結 論

ファロー四徴症 8 例に対し、右室流出路再建に人工弁を in situ に使用し、流出路再建パッチを使用した 7 例を対象とし次の結論を得た。

1. PVR 群では patch 群に比し CTR の減少が見られ、右室拡大は少ない。
2. patch 群では肺動脈弁閉鎖不全のため右室拡大及び右心機能低下を認めたが、PVR 群では術前と比較しても右室拡大及び右心機能低下は少なく、人工弁は遠隔期における右心不全に対し有効である。
3. 右心不全は長期遠隔期において、右室拡大をきたし、ひいては三尖弁輪拡大により三尖弁逆流を生じると考えられるので、右心不全を起こさぬ様、肺動脈弁逆流予防につとめるべきである。

References

- 1) Borow KM, Green LH, Castaneda AR, et al: left ventricular function after repair of tetralogy of Fallot and its relationship to age at surgery. *Circulation* **61**: 1150-1158, 1980.
- 2) Burnell RH, Woodson RD, Lees MH, et al: Right ventricular performance in dogs following pulmonary valvectomy. *Surgery* **65**: 952-957, 1969.
- 3) Fischer DR, Neches WH, Beerman LB, et al: Tetralogy of Fallot with absent pulmonic valve: Analysis of 17 patients. *Am J Cardiol* **53**: 1433-1437, 1983.
- 4) 藤原慶一, 横田祥夫, 節家直巳, 他: 先天性肺動脈弁欠損症候群の外科治療, *日胸外会誌*, **34**: 277-284, 1986.

- 5) Graham TP, Jr. Cordell D, Atwood GF, et al: Right ventricular volume characteristics before and after palliative and reparative operation in tetralogy of Fallot. *Circulation* **54**: 417-423, 1976.
- 6) Ilbawi MN, Idriss FS, Muster AJ, et al: Tetralogy of Fallot with absent pulmonary valve. Should valve insertion be part of the intracardiac repair? *Cardiovasc Surg* **81**: 906-915, 1981.
- 7) 入沢敬夫, 春谷重孝, 青木英一郎, 他: Fallot 四徴症根治手術における術後性肺動脈弁閉鎖不全の影響について, *心臓*, **5**: 1045-1052, 1973.
- 8) James FW, Kaplan S, Schwartz DC, et al: Response to exercise in patients after total surgical correction of tetralogy of Fallot. *Circulation* **54**: 671-679, 1976.
- 9) 大須賀洋: 重症 Fallot 四徴症に対する外科治療—とくに自家心膜弁つきパッチによる右室流出路再建術の検討, *日胸外会誌*, **28**: 1288-1303, 1980.
- 10) Pass HI, Sade RM, Crawford FA, et al: Cardiac valve prosthesis in children without anticoagulation. *J Thorac Cardiovasc Surg* **87**: 832-835, 1984.
- 11) Rosing DR, Borer JS, Kent KM, et al: Long-term hemodynamic and electrocardiographic assessment following operative repair of tetralogy of Fallot. *Circulation* **58**: 1 209-217, 1978.
- 12) 島崎靖久, 森 透, 北村惣一郎, 他: チアノーゼ性心疾患の術後の右室機能に関しての心室容積からの解析—ファロー四徴症, 大血管転位症について, *日胸外会誌*, 1280-1287, 1980.
- 13) 田村晁一, 庄司好己, 内田直樹, 他: ファロー四徴症術後遠隔期における心機能及び肺動脈弁鎖不全の評価, *日胸外会誌*, **34**: 158-163, 1981.
- 14) Williams DB, Danielson GK, McGoon DC, et al: Porcine heterograft valve replacement in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* **84**: 446-450, 1982.